**Введение**

Экология человека рассматривает адаптацию человека к изменениям окружающей среды через призму социальных условий. В этот сравнительно новый раздел знаний входит широкий круг теоретических и практических вопросов, затрагивающих различные сферы человеческого существования.

Во-первых, сюда входит изучение характера взаимодействия организма человека со средой обитания. Рассматриваются общетеоретические аспекты адаптации. Исследуются закономерности и механизмы адаптации человека к измененным условиям среды, различные уровни адаптации, предел адаптивных возможностей организма и цена адаптации, приспособительные формы поведения. Особое внимание уделяется методам увеличения эффективности адаптации и ее оценке, экологическим аспектам заболеваний.

Во-вторых, исследуется адаптация человека к различным природным факторам (световое излучение, магнитные поля, воздушная среда, изменения температуры, барометрического давления и метеопогодных условий) и климатогеографическим условиям высокогорья, аридной (пустыни), юмидной (тропики), морского климата и т.п. Уделяется внимание экологическим аспектам хронобиологии – перестройке биоритмов под влиянием климата и сезонных колебаний, при пересечении часовых поясов, сдвинутых режимах труда и отдыха.

В-третьих, рассматривается адаптация человека к экстремальным условиям, в частности физиологические эффекты измененной гравитации, вибраций, длительных и интенсивных звуковых нагрузок, гипоксии и гипероксии, высоких и низких температур, электромагнитных полей и ионизирующего излучения, катастроф. Изучается деятельность людей в условиях авиационных и космических полетов, подводных погружений.

В-четвертых, анализируются аспекты социальной адаптации – к городским и сельским условиям, к различным видам трудовой и профессиональной деятельности, исследуются демографические процессы. Рассматривается реакция организма на стресс. В последнее время особую остроту приобрели вопросы адаптации к антропогенным факторам, включая загрязнение окружающей среды. С практической точки зрения представляет интерес разработка методов повышения умственной и физической работоспособности, профессионального отбора, рациональная организация учебного и трудового процесса.

Но в данной работе мне хочется остановить свое внимание на адаптации человека в условиях авиакосмических полетов.

**Адаптация к космическим полетам**

Важную роль в процессе экологической адаптации человека играет состояние естественных приспособительных и защитных механизмов, составляющих биологическое наследство людей. Достаточно демонстративно эта роль выявляется при переходе в местообитания с экстремальными условиями, которые проявляются благодаря наличию на заселяемой территории экологического фактора или комбинации факторов, оказывающих на здоровье человека выраженное неблагоприятное воздействие.

К.Э. Циолковский, размышляя о перспективах межпланетных полетов: «Техника будущего даст нам возможность одолеть земную тяжесть и путешествовать по всей Солнечной системе», – пришел к выводу о возможном неблагоприятном воздействии на космонавтов таких факторов, как измененная гравитация (перегрузки и невесомость), дефицит кислорода, пищевых веществ, воды и т.п., и о необходимости изучения влияния факторов полета на организм. Примечательно, что рассуждения российского ученого носили не только умозрительный характер. Они побудили его к проведению исследований на самом себе: «Подверг и себя экспериментам: по нескольку дней ничего не ел и не пил. Лишение воды мог вытерпеть только в течение двух дней. По истечении их я на несколько минут потерял зрение».

Для повышения адаптационных возможностей человека К.Э. Циолковский предлагал два не исключающих друг друга пути: отбор и тренировку.

В области космической биологии и медицины в связи с перспективой полета человека на Марс вновь остро встает проблема адаптации. Изучение этой проблемы, в том числе ее общетеоретических аспектов, можно считать традиционным. Какие же аспекты адаптации важны для космической биологии и медицины? Прежде чем ответить на этот вопрос, надо остановиться на том, чем занимаются эти научные направления.

Космическая биология и авиакосмическая медицина изучают влияние космических факторов и особенности жизнедеятельности организма человека при действии этих факторов с целью разработки средств и методов сохранения здоровья и работоспособности членов экипажей космических кораблей и станций. Эти науки разрабатывают соответствующие профилактические меры и способы защиты от их вредных влияний; предлагают физиологические и гигиенические обоснования требований к системам жизнеобеспечения, управления и к оборудованию космических летательных аппаратов, а также к средствам спасения экипажей в аварийных ситуациях; разрабатывают клинические и психофизиологические методы и критерии отбора и подготовки космонавтов к полету, контроля за экипажем в полете; изучают профилактику и лечение заболеваний в полете. В связи с этим космическая биология и авиакосмическая медицина являются единым комплексом различных разделов, таких как космическая физиология и психофизиология, космическая гигиена, космическая радиобиология, теоретическая и клиническая медицина, врачебная экспертиза.

Развитие этих направлений тесно связано с достижениями теоретической и практической космонавтики как в нашей стране (К.Э. Циолковский, Ф.А. Цандер, С.П. Королев и др.), так и за рубежом (H. Oberth, R. Goddard, R. Esnault-Pelterie и др.). Так, создание ракетно-космических летательных аппаратов позволило провести ряд важных исследований на животных в условиях космического полета. Результаты этих исследований в совокупности с данными наземных работ позволили обосновать возможность безопасного полета человека в космическое пространство. В свою очередь, на развитие космической биологии и авиакосмической медицины повлиял первый полет человека в космос – полет Ю.А. Гагарина на космическом корабле «Восток» 12 апреля 1961 года. Важными этапами в освоении космоса явились: первый выход человека в открытый космос (А.А. Леонов, полет на космическом корабле «Восход-2» 18–19 марта 1965 года); высадка американских космонавтов на поверхность Луны (N. Armstrong, Е. Oldrin), космические полеты с длительным пребыванием на орбитальных станциях.

Основные космические факторы биологического воздействия.

В космическом полете на организм человека могут влиять три основные группы факторов (рис. 1).



Рис. 1.

Классификация факторов космического полета (по: Н.А. Агаджанян и др., 1994).

Первая группа:

Таких факторов (правая колонка на рис. 1) характеризует космическое пространство как среду обитания: это высокая степень разрежения газовой среды, ионизирующее космическое излучение, особенности теплопроводности, присутствие метеорного вещества и т.д. Высокая биологическая активность различных видов космического излучения определяет их поражающее действие. В связи с этим определяют допустимые дозы лучевого воздействия, разрабатывают средства и методы профилактики и защиты космонавтов от космической радиации.

Важно определить радиочувствительность организма при длительном пребывании в условиях космического полета, оценить реакцию облученного организма на действие других факторов космического полета. Перспектива использования ядерных источников энергии на космических кораблях и орбитальных станциях требует надежной защиты человека в радиационных убежищах, электромагнитной и электростатической защиты, экранирования наиболее чувствительных органов и систем организма и т.д. Специальные исследования посвящены биологическому эффекту радиоизлучений, магнитных и электрических полей, возникающих в среде обитания от бортовой аппаратуры. Обеспечение радиационной безопасности приобретает особое значение с увеличением дальности и продолжительности полетов. Очевидно, что в длительных полетах обеспечить безопасность экипажа с помощью лишь пассивной защиты обитаемых отсеков корабля невозможно. Изыскание биологических методов защиты человека от проникающих излучений является важным направлением исследований в этой области.

Вторая группа:

Левая колонка на рис. 1 объединяет факторы, связанные с динамикой полета летательных аппаратов: ускорение, вибрацию, шум, невесомость и др.

Среди всех факторов космического полета уникальным и практически невоспроизводимым в лабораторных экспериментах является невесомость.

Значение невесомости возросло с увеличением продолжительности полетов. Экспериментальные исследования при моделировании некоторых физиологических эффектов невесомости в земных условиях (гипокинезия, водная иммерсия), опыт длительных космических полетов позволили разработать общебиологические представления о генезе изменений в организме, обусловленных влиянием невесомости, и пути их преодоления. Доказано, что человек может существовать и активно функционировать в условиях невесомости. Последствия длительного пребывания в невесомости: детренированность сердечно-сосудистой системы, потеря организмом солей кальция, фосфора, азота, натрия, калия и магния. Эти потери относят за счет уменьшения массы тканей вследствие их атрофии от бездействия и частичной дегидратации организма. Обусловленные невесомостью биофизические и биохимические сдвиги в организме (изменения гемодинамики, водно-солевого обмена, опорно-двигательного аппарата и др.), включая изменения на молекулярном уровне, направлены на приспособление организма к новым экологическим условиям.

Для предупреждения неблагоприятных реакций организма человека в период невесомости и реадаптации применяется широкий комплекс профилактических мероприятий и средств (велоэргометр, бегущая дорожка, тренировочно-нагрузочные костюмы и т.д.). Их эффективность была убедительно продемонстрирована в многосуточных полетах.

Наконец, третью группу

Средняя колонка на рис. 1 составляют факторы, связанные с пребыванием в герметическом помещении малого объема с искусственной средой обитания: своеобразные газовый состав и температурный режим в помещении, гипокинезия, изоляция, эмоциональное напряжение, изменение биологических ритмов и т.п.

Разработка искусственной газовой атмосферы для обитаемых кабин летательных аппаратов предполагает изучение физиологических эффектов длительного пребывания в атмосфере различного газового состава, как эквивалентной земной атмосфере, так и при замене азота гелием или в моногазовой искусственной атмосфере.

Космическая биология и авиакосмическая медицина изучают также влияние перепадов барометрического давления, изменений р0 в атмосфере. Представляют интерес исследования по использованию искусственной газовой атмосферы для стимуляции адаптивных реакций организма на различные неблагоприятные условия полета. Такая атмосфера получила название активной.

Формирование газовой среды кабин летательных аппаратов в процессе полета непосредственно связано с вопросами ее загрязнения. Источниками загрязнения могут быть конструкционные материалы, технологические процессы, а также продукты жизнедеятельности человека. В этой связи изучение биологического воздействия загрязнений атмосферы космического корабля представляет важное звено в общем комплексе физиологических и гигиенических исследований. Полученные данные позволяют установить предельно допустимые концентрации (ПДК) ряда загрязняющих (токсических) веществ, изыскать технические решения очистки от них атмосферы летательного аппарата.

Перечисленные факторы оказывают комплексное влияние на организм человека (рис. 2), в связи с чем несомненный теоретический и практический интерес представляет изучение модифицирующего влияния каждого из них.



Рис. 2. Влияние космического полета на организм (по: Н.А. Агаджанян и др., 1994)

Медико-биологическое обеспечение полетов.

Обеспечение пилотируемых полетов базируется на результатах предварительных исследований в наземных условиях (стендовые и модельные исследования на животных, эксперименты с участием человека в макетах космических объектов).

– Решающее значение имеют исследования непосредственно на космических летательных аппаратах. Жизнедеятельность человека на пилотируемых космических кораблях и орбитальных станциях обеспечивает комплекс оборудования и бортовых запасов для поддержания постоянного состава газовой среды, снабжения человека питьевой водой, продуктами питания, санитарно-техническими средствами. Так, система регенерации и кондиционирования воздуха на космических кораблях предполагает запасы химически связанного кислорода на борту в виде надперекиси щелочных металлов и сорбентов, поглощающих водяные пары и углекислый газ.

Для обеспечения жизнедеятельности экипажа в случае аварийного приземления спускаемого аппарата в безлюдной местности в носимом аварийном запасе (НАЗ) предусмотрены продукты питания с максимальной энергетической и биологической ценностью при минимальных массе и объеме.

– Увеличение продолжительности пилотируемых космических полетов требует надежного обеспечения санитарно-гигиенических условий в кабине корабля, личной гигиены космонавта, тщательного контроля за состоянием кожных покровов, их микрофлорой, загрязнением, а также совершенствования полной и локальной обработки покровов тела. Особое внимание уделяется одежде космонавтов (полетный костюм, нательное белье, теплозащитный костюм, головной убор, обувь).

– Специальное значение имеют сбор, хранение и удаление отбросов жизнедеятельности человека и отходов от бортового оборудования и аппаратуры.

– Особое место занимают исследования условий и характера взаимообмена микроорганизмами между членами экипажа путем возможных аутоинфекций и инфекций, что особенно важно в условиях герметических кабин ограниченного объема в сочетании со снижением иммунорезистентности в космическом полете.

– Важное значение для разработки перспективных систем жизнеобеспечения имеют длительные медико-технические эксперименты. В них определяют возможность длительного поддержания нормальной работоспособности человека при изоляции в герметической камере ограниченного объема с использованием воды и кислорода, регенерируемых из отходов, и практически полностью обезвоженных продуктов питания. Изучают взаимодействие человека и окружающей среды в этих условиях, методы медицинского контроля, технологические режимы конструкций, отдельных блоков и другие вопросы. Эксперименты подтверждают возможность длительного существования и работы экипажа в системах с замкнутыми циклами, необходимыми для поддержания жизнедеятельности человека.

– Для обеспечения работ вне корабля в открытом космосе или на поверхности планет, а также для сохранения жизни в случае разгерметизации кабины космического корабля предназначены космические скафандры – индивидуальные средства обеспечения жизнедеятельности космонавтов.

– Деятельность космонавта при подготовке и осуществлении полета сопровождается выраженным нервно-эмоциональным напряжением. Считают, что космические полеты практически всегда будут содержать элементы риска и вероятность непредвиденных ситуаций. В связи с этим динамический контроль за состоянием человека, профилактика и устранение неблагоприятных влияний являются предметом космической психофизиологии. Исследования в этой области охватывают влияние факторов космического полета на нервно-эмоциональную сферу космонавтов, психофизиологические механизмы эмоционального напряжения и их влияние на профессиональную деятельность, психологическую совместимость членов экипажа, особенно в длительных космических полетах.

* Увеличение продолжительности полетов связано со смещением времени и его влиянием на биологические ритмы. Изучение процессов адаптации к этому неблагоприятному воздействию приводит к разработке режимов труда и отдыха в космических полетах. При этом исходят из представления, что изменения суточных режимов могут привести к десинхронизации физиологических процессов.

– Медико-биологическое обеспечение полетов человека в космос непременно включает в себя отбор и подготовку космонавтов. Опыт космических полетов свидетельствует о том, что отбор космонавтов, основанный на врачебной экспертизе летного состава, полностью себя оправдывает. Требования к физическому состоянию и здоровью наиболее высоки у кандидатов для длительных космических полетов, что обусловлено весьма длительным действием факторов полета на организм, расширением обязанностей членов экипажа и взаимозаменяемостью в полете. Отбор членов экипажа в соответствии с результатами медицинского контроля продолжается во время тренировок и подготовки к полету. При формировании специальных программ подготовки принимаются во внимание цели и задачи космических экспериментов, а также исходное состояние членов экипажа. Требования к состоянию здоровья космонавтов-исследователей несколько снизились. Более широкое привлечение специалистов различных профессий (геофизиков, астрономов, врачей, биологов и др.) к космическим полетам требует новых медицинских и психологических критериев отбора.

**Физиологическая адаптация**

До последнего времени в космической физиологии адаптация человека рассматривалась лишь в онтогенетическом аспекте. Между тем физиологическая адаптация – понятие более широкое. Оно включает изучение явлений не только индивидуальных, но также видовых (наследственно закрепленных) и популяционных адаптаций. Вместе с тем исследование механизмов адаптационных процессов указывает на то, что невозможно судить об адаптации человека только по физиологическим параметрам, не учитывая психологических, биохимических и других аспектов.

**Индивидуальная адаптация**

В настоящее время установлено, что в основе индивидуальной адаптации лежит генотип. При этом известно, что генетическая программа организма предусматривает не заранее сложившуюся адаптацию, а возможность ее реализации под влиянием среды, что соответствует представлениям И.И. Шмальгаузена о наследуемости нормы реакции. Этот важный постулат целесообразно учитывать при профессиональном отборе космонавтов. Определение наследственно заданной нормы реакции открывает возможность прогнозировать адаптационный резерв у претендентов на участие в космических полетах.

Кроме того, для космической физиологии, по-видимому, представляет интерес разработка гипотезы о стресс-норме, которая может быть применима, в частности, к адаптивным процессам в экстремальных условиях полета (при недостатке или избытке кислорода, повышенном содержании углекислого газа и т.п.).

**Фенотипическая адаптация**

Адаптация, приобретаемая в ходе индивидуальной жизни организма при его взаимодействии с окружающей средой, определяется как фенотипическая адаптация.

Именно она является основой для тренировки космонавтов к отдельно взятым факторам космического полета или к их комплексу.

**Неспецифическая перекрестная адаптация**

Этапным моментом в изучении проблемы адаптации было выявление неспецифической перекрестной адаптации. Действительно, использование неспецифической адаптации является важным компонентом системы подготовки космонавтов. Однако частные вопросы перекрестной адаптации оказались изученными недостаточно. Остается неясным, при каком сочетании факторов полета может возникнуть перекрестная адаптация, а при каком – «перекрестная сенсибилизация», о которой упоминал Г. Селье.

**Социальная и биологическая адаптация**

Выявление во многих исследованиях фазового течения адаптации и изучение ее механизмов свидетельствуют о том, что космическая биология и авиакосмическая медицина не могут обойтись без исследования таких типов адаптации человека, как социальная и биологическая. Социальная адаптация включает в себя прежде всего психологическую адаптацию. К биологической адаптации можно отнести физиологическую, биохимическую и морфологическую адаптацию.

Если не останавливаться подробно на описании достаточно известных механизмов формирования различных фаз адаптации, представляется существенным следующее. В космической физиологии много внимания уделяется оценке эффективности адаптационных процессов. Разработаны критерии и методы диагностики функциональных состояний организма и его работоспособности. В настоящее время ведутся исследования, направленные на создание измерительно-вычислительных комплексов, позволяющих осуществлять динамический контроль функционального состояния организма и прогнозировать его адаптационные возможности.

**Перспективная адаптация**

Одновременно совершенствуются и создаются новые методы повышения эффективности адаптации к различным неблагоприятным факторам. В их основе лежит представление о перспективной адаптации, в результате которой физиологическая перестройка организма приводит к углублению резервных возможностей организма и, по существу, является тренировкой.

**Цена адаптации**

Вместе с тем все острее становится проблема цены адаптации, в том числе отдаленных неблагоприятных последствий космических полетов. В силу того что освоение человеком космического пространства началось сравнительно недавно, мы не имеем пока достаточного объема научных данных по этой проблеме. Ее актуальность объясняется перспективой увеличения длительности, усложнения многочисленных выходов космонавтов в открытый космос и высадок на небесные тела.

При этом наиболее информативными показателями биологической цены адаптации могут быть такие критерии, как способность к воспроизведению, темпы старения и продолжительность жизни.

**Перспективы**

Какова же перспектива разработки проблемы адаптации человека в условиях подготовки к более продолжительным космическим полетам, включая планируемый полет человека на Марс? Здесь необходимо остановиться прежде всего на двух аспектах:

1) резервы организма человека в плане не только адаптации, но и реадаптации;

2) роль профилактики неблагоприятных воздействий таких полетов на организм.

При этом уже на этапе отбора следует акцентировать внимание на индивидуальных особенностях космонавтов в плане их способности к кратковременной и долговременной адаптации. Было показано, что к непродолжительному воздействию неблагоприятных условий наиболее эффективно адаптируются люди с большими колебаниями фоновых показателей, чего нельзя сказать о лицах со стабильными фоновыми данными. К длительной адаптации более подходят люди, у которых организм способен продолжительное время поддерживать в напряжении необходимые адаптивные механизмы. Обращает на себя внимание то, что люди, хорошо адаптирующиеся к значительным колебаниям условий среды, выраженным в течение короткого времени, гораздо хуже переносят длительные неблагоприятные воздействия, и наоборот.

Проблема обеспечения безопасности космических полетов и защиты от их возможных неблагоприятных влияний, в том числе отдаленных последствий, требует разработки все более совершенных методов профилактики. Работа в этом направлении входит в глобальную задачу создания искусственной среды обитания в космических аппаратах будущего.

В заключение следует отметить, что до сих пор в космической биологии и медицине проводились исследования адаптивных реакций лишь к воздействию отдельных факторов полета. Теперь этот этап в значительной степени уже завершен и все большее внимание привлекает изучение интегративного воздействия факторов полета на организм. По образному выражению Дж. Баркрофта, приспособление есть сумма всех возможных приспособлений. Можно предположить, что адаптация к такому суммарному влиянию будет протекать медленнее и сложнее, чем адаптация к отдельным факторам.

**Заключение**

Таким образом, в настоящее время назрела необходимость создания общей концепции адаптации к космическому полету как к комплексу факторов, оказывающих экстремальное воздействие на организм.

Действие экологических факторов всегда опосредовано результатами производственной деятельности людей. В процессе труда человек своей собственной деятельностью опосредует, регулирует и контролирует обмен веществ между своим организмом и природой. К тому же естественные экосистемы в настоящее время всё больше вытесняются антропогенными экосистемами, в которых человек является абсолютно доминирующим экологическим фактором.

Человек – существо биосоциальное, поэтому общественные инстинкты заложены в генетической природе человека, естественным состоянием которого является жизнь в сообществах. Естественный отбор, борьба за выживание являлись основными причинами организации и регулированию в обществе. В обществах поддерживаются определенный порядок и распределение труда с помощью таких регулирующих систем, как иерархия или система «вожак-ведомые». Размеры жизненного пространства, занимаемого обществом регулируются с помощью территориальности. Возможно, что человек, подобно животным, проявляет территориализм, стремление к лидерству и склонность приспосабливаться к роли ведущего или ведомого. Если эти свойства у животных в некоторой степени инстинктивны, в той же мере, они, вероятно, инстинктивны и у человека и коренятся в его далеком эволюционном прошлом.

**Список литературы**

1. Человек и его потребности. Шиповская Л.П. Альфа-М 2009

2. Человек и его потребности (Сервисология) Балакина Ю.Ю. 2010

3. Лебедев В.И. Психогенные факторы некоторых измененных условий существования. – Вопросы психологии, 2001

4. Леонов А.А., Лебедев В.И. Восприятие пространства и времени в космосе. – М., 2006

5. Леонов А.А., Лебедев В.И. Психологические особенности деятельности космонавтов. – М., 2006.

6. Леонов А.А., Лебедев В.И. Психологические проблемы межпланетного полета. – М., 2006

7. Маслов И.А. Влияние изоляции на психическое состояние. – В сб.: Проблемы сенсорной изоляции. – М., 2009

8. Панов А.Г., Лобзин В.С. Некоторые методологические проблемы космической медицины. – Космическая биология и медицина. 2007

9. Кручина И.П., Тизул А.Я. Космическая биология и медицина, 2007

10. http://www.newecologist.ru/ecologs-431–2.html